

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «КПІ» імені Ігоря Сікорського
Кафедра обчислювальної техніки ФІОТ

ЗВІТ
з лабораторної роботи №2
з навчальної дисципліни «Методи наукових досліджень»

Тема:
ПРОВЕДЕННЯ ДВОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНОГО
РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ

Виконав:
Студент групи ІВ-92,
Карпека Дмитрій Юрійович

Перевірив:
Регіда П. Г.

Київ 2021

Мета: провести двофакторний експеримент, перевірити однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримати коефіцієнти рівняння регресії, провести натуралізацію рівняння регресії.

Завдання на лабораторну роботу

1. Записати лінійне рівняння регресії.
2. Обрати тип двофакторного експерименту і скласти матрицю планування для нього з використанням додаткового нульового фактору ($x_0=1$).
3. Провести експеримент в усіх точках повного факторного простору (знайти значення функції відгуку y). Значення функції відгуку задати випадковим чином у відповідності до варіанту у діапазоні $y_{\min} \div y_{\max}$

$$y_{\max} = (30 - N_{\text{варіанту}}) * 10,$$

$$y_{\min} = (20 - N_{\text{варіанту}}) * 10.$$

Варіанти обираються по номеру в списку в журналі викладача.

210	-25	-5	-70	-10
-----	-----	----	-----	-----

4. Перевірити однорідності дисперсії за критерієм Романовського
5. Знайти коефіцієнти нормованих рівнянь регресії і виконати перевірку (підставити значення нормованих факторів і коефіцієнтів у рівняння).
6. Провести натуралізацію рівняння регресії й виконати перевірку натуралізованого рівняння.
7. Написати комп'ютерну програму, яка все це виконує.

Виконання роботи:

1) Нормована матриця планування повного факторного експерименту:

X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
-1	-1	-1801	-1824	-1886	-1870	-1835	-1895
1	-1	-1863	-1819	-1855	-1803	-1874	-1872
-1	1	-1847	-1844	-1866	-1816	-1878	-1849

2) Результати роботи програми:

3) Заповнена матриця планування експерименту для $m=6$:

	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
	-25	-70	-1812	-1875	-1892	-1827	-1851	-1863
	-5	-70	-1878	-1846	-1830	-1887	-1884	-1826
	-25	-10	-1829	-1857	-1812	-1805	-1859	-1868

Значення факторів не нормовані

4) Перевірка дисперсії за критерієм Романовського:

Середнє значення ф-ції відгуку у рядку:

$$y_1 = -1853.33$$

$$y_2 = -1858.5$$

$$y_3 = -1838.33$$

Знайдемо дисперсію по рядках:

$$D_1 = 744.22$$

$$D_2 = 644.58$$

$$D_3 = 591.22$$

Основне відхилення: 1.291

Обчислення F_{uv} :

$$F_{uv1} = 1.155$$

$$F_{uv2} = 1.09$$

$$F_{uv3} = 1.259$$

Обчислення θ_{uv} :

$$\theta_{uv1} = 0.77$$

$$\theta_{uv2} = 0.7267$$

$$\theta_{uv3} = 0.8393$$

Обчислення R_{uv} :

$$R_{uv1} = 0.17815646785437644$$

$$R_{uv2} = 0.21169635941130907$$

$R_{uv3} = 0.1244771494965143$

Дисперсія однорідна

5) Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії:

$m_{x1} = -0.33$

$m_{x2} = -0.33$

$m_y = -1850.05$

$a_1 = 1.0$

$a_2 = -0.33$

$a_3 = 1.0$

$b_0 = -1848.41$

$b_1 = -2.58$

$b_2 = 7.5$

Нормоване рівняння регресії:

$y = -1848.41 + -2.58 \cdot x_1 + 7.5 \cdot x_2$

Перевірка y_1 :

$-1848.41 + -2.58 \cdot -1 + 7.5 \cdot -1 = -1853.33 = -1853.33$

Перевірка y_2 :

$-1848.41 + -2.58 \cdot 1 + 7.5 \cdot -1 = -1858.49 = -1858.5$

Перевірка y_3 :

$-1848.41 + -2.58 \cdot -1 + 7.5 \cdot 1 = -1838.33 = -1838.33$

Натуралізація коефіцієнтів:

$\Delta x_1 = 10.0$

$\Delta x_2 = 30.0$

$x_{10} = -15.0$

$x_{20} = -40.0$

$a_0 = b_0 - b_1 \cdot x_{10} / \Delta x_1 - b_2 \cdot x_{20} / \Delta x_2 = -1842.28$

$a_1 = -0.258$

$a_2 = 0.25$

Натуралізоване рівняння регресії:

$y = -1842.28 + -0.258 \cdot x_1 + 0.25 \cdot x_2$

Натуралізоване рівняння регресії:

$$y = -1842.28 + -0.258 \cdot x_1 + 0.25 \cdot x_2$$

Перевірка по рядках:

$$y_1 = -1853.33, y_2 = -1858.49, y_3 = -1838.33$$

Коефіцієнти натуралізованого рівняння регресії вірні

Код програми:

```
from random import randint
import prettytable
import math
import numpy
# Лабораторна робота №2 "ПРОВЕДЕННЯ ДВОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З
# ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ" з предмету МОПЕ
# Варіант №210 Карпека Дмитрій

#-----Початкові умови-----
variant = 210

y_max = (30 - variant) * 10
y_min = (20 - variant) * 10

#-----1-----
# y = b0 + b1X1 + b2X2
#-----2-----

x0 = 1
x1_min = -25
x1_min_norm = -1
x1_max = -5
x1_max_norm = 1
x2_min = -70
x2_min_norm = -1
x2_max = -10
x2_max_norm = 1
m = 6

pt = prettytable.PrettyTable()
pt.field_names = ["X1", "X2"] + ["Y" + str(x) for x in range(1, m+1)]

#-----3-----

def matrix_plan(m, ymin, ymax, n=3):
    return [[randint(ymin, ymax) for _ in range(m)] for _ in range(n)]

matrix_y = matrix_plan(m, y_min, y_max)
matrix_y = [[x1_min_norm, x2_min_norm] + matrix_y[0],
            [x1_max_norm, x2_min_norm] + matrix_y[1],
            [x1_min_norm, x2_max_norm] + matrix_y[2]]
pt.add_rows(matrix_y)
```

```

print("3) Заповнена матриця планування експерименту для m={0}:".format(m))
print(pt)
print("Значення факторів нормовані")
#-----4-----
-----
#4.1
def average(list):
    return sum(list) / len(list)

y1 = round(average(matrix_y[0][2:len(matrix_y[0])]), 2)
y2 = round(average(matrix_y[1][2:len(matrix_y[1])]), 2)
y3 = round(average(matrix_y[2][2:len(matrix_y[2])]), 2)
print("4) Перевірка дисперсії за критерієм Романовського:")
print("Середнє значення ф-ції відгуку у рядку:\ny1 = {0}\ny2 = {1}\ny3 = {2}".format(y1, y2, y3))
#4.2
def disp(row_y, y_average):
    sigma_squared = 0
    for y in row_y:
        sigma_squared += (y - y_average)**2
    sigma_squared = sigma_squared/len(row_y)
    return sigma_squared

d1 = round(disp(matrix_y[0][2:len(matrix_y[0])], y1), 2)
d2 = round(disp(matrix_y[1][2:len(matrix_y[1])], y2), 2)
d3 = round(disp(matrix_y[2][2:len(matrix_y[2])], y3), 2)
print("Знайдемо дисперсію по рядках:\nD1 = {0}\nD2 = {1}\nD3 = {2}".format(d1, d2, d3))
#4.3
funddev = round(math.sqrt((2*(2*m - 2))/(m*(m-4))), 3)
print("Основне відхилення: ", funddev)
#4.4
def fuvn(dn, dm):
    if dn >= dm:
        fuv = dn/dm
    else:
        fuv = dm/dn
    return fuv

fuv1 = round(fuvn(d1, d2), 3)
fuv2 = round(fuvn(d2, d3), 3)
fuv3 = round(fuvn(d1, d3), 3)
print("Обчислення Fuv:\nFuv1 = {0}\nFuv2 = {1}\nFuv3 = {2}".format(fuv1, fuv2, fuv3))
#4.5
def tetta_uvn(fuv, m=m):
    return ((m - 2)/m * fuv)

tetta_uv1 = round(tetta_uvn(fuv1), 4)
tetta_uv2 = round(tetta_uvn(fuv2), 4)
tetta_uv3 = round(tetta_uvn(fuv3), 4)
print("Обчислення 0uv:\n0uv1 = {0}\n0uv2 = {1}\n0uv3 = {2}".format(tetta_uv1, tetta_uv2, tetta_uv3))
#4.6
def ruvn(tetta, fundev=funddev):

```

```

        return abs(tetta - 1)/fundev

ruv1 = ruvn(tetta_uv1)
ruv2 = ruvn(tetta_uv2)
ruv3 = ruvn(tetta_uv3)
print("Обчислення Ruv:\nRuv1 = {0}\nRuv2 = {1}\nRuv3 = {2}".format(ruv1, ruv2,
ruv3))
#4.7
def criteria(r1, r2, r3, probability, m=m):
    table = [[0, 2, 6, 8, 10, 12, 15, 20],
              [0.99, 1.73, 2.16, 2.43, 2.62, 2.75, 2.9, 3.08],
              [0.98, 1.72, 2.13, 2.37, 2.54, 2.66, 2.8, 2.96],
              [0.95, 1.71, 2.1, 2.27, 2.41, 2.52, 2.64, 2.78],
              [0.9, 1.69, 2, 2.17, 2.29, 2.39, 2.49, 2.62]]

    rkr = 0
    for i in table[1:len(table)]:
        if i[0] == probability:
            rkr = i[table[0].index(m)]
    if r1 < rkr and r2 < rkr and r3 < rkr:
        print("Дисперсія однорідна")
    else:
        print("Дисперсія неоднорідна")

criteria(ruv1, ruv2, ruv3, 0.9)
#5
xlmin_n, x2min_n = -1, -1
xlmax_n, x2max_n = 1, 1
matrix_norm = [[xlmin_n, x2min_n],
                [xlmax_n, x2min_n],
                [xlmin_n, x2max_n]]

mx1 = sum([i[0] for i in matrix_norm])/3
mx2 = sum([i[1] for i in matrix_norm])/3
my = sum([y1, y2, y3])/3
a1 = sum(i[0]**2 for i in matrix_norm) / 3
a2 = sum([i[0]*i[1] for i in matrix_norm])/3
a3 = sum(i[1]**2 for i in matrix_norm) / 3

a11 = sum([matrix_norm[0][0]*y1, matrix_norm[1][0]*y2, matrix_norm[2][0]*y3])/3
a22 = sum([matrix_norm[0][1]*y1, matrix_norm[1][1]*y2, matrix_norm[2][1]*y3])/3

b0 = round(numpy.linalg.det([[my, mx1, mx2], [a11, a1, a2], [a22, a2, a3]])) /
numpy.linalg.det([[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]]), 2)
b1 = round(numpy.linalg.det([[1, my, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a22, a3]])) /
numpy.linalg.det([[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]]), 2)
b2 = round(numpy.linalg.det([[1, mx1, my], [mx1, a1, a11], [mx2, a2, a22]])) /
numpy.linalg.det([[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]]), 2)
print("5) Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії:\nmx1 = {0}\nmx2
= {1}\nmy = {2}\na1 = {3}\na2 = {4}\na3 = {5}\nb0 = {6}\nb1 = {7}\nb2 =
{8}".format(round(mx1, 2), round(mx2, 2), round(my, 2), round(a1, 2), round(a2,
2), round(a3, 2), round(b0, 2), round(b1, 2), round(b2, 2)))
print("Нормоване рівняння регресії:\ny = {0} + {1}*x1 + {2}*x2".format(b0, b1,
b2))

y1_check = round(b0 + b1*matrix_norm[0][0] + b2*matrix_norm[0][1], 2)
y2_check = round(b0 + b1*matrix_norm[1][0] + b2*matrix_norm[1][1], 2)
y3_check = round(b0 + b1*matrix_norm[2][0] + b2*matrix_norm[2][1], 2)
print("Перевірка y1:\n{0} + {1}*{2} + {3}*{4} = {5} = {6}".format(b0, b1,
matrix_norm[0][0], b2, matrix_norm[0][1], y1_check, y1))

```

```

print("Перевірка y2:\n{0} + {1}*{2} + {3}*{4} = {5} = {6}".format(b0, b1,
matrix_norm[1][0], b2, matrix_norm[1][1], y2_check, y2))
print("Перевірка y3:\n{0} + {1}*{2} + {3}*{4} = {5} = {6}".format(b0, b1,
matrix_norm[2][0], b2, matrix_norm[2][1], y3_check, y3))

#6
#TODO: end 6) and commit lab, pin a link in GT, notify teacher
print("Натуралізація коефіцієнтів:")
delta_x1 = abs(x1_max - x1_min)/2
delta_x2 = abs(x2_max - x2_min)/2
print("delta x1 = {0}\ndelta x2 = {1}".format(delta_x1, delta_x2))
x10 = (x1_max + x1_min)/2
x20 = (x2_max + x2_min)/2
print("x10 = {0}\nx20 = {1}".format(x10, x20))
a0 = round(b0 - b1*x10/delta_x1 - b2*x20/delta_x2, 2)
print("a0 = b0 - b1*x10/delta_x - b2*x20/delta_x2 =", a0)
a1 = round(b1/delta_x1, 3)
a2 = round(b2/delta_x2, 3)
print("a1 = {0}\na2 = {1}".format(a1, a2))
print("Натуралізоване рівняння регресії:\ny = {0} + {1}*x1 + {2}*x2".format(a0,
a1, a2))

ych1 = round(a0 + a1*x1_min + a2*x2_min, 2)
ych2 = round(a0 + a1*x1_max + a2*x2_min, 2)
ych3 = round(a0 + a1*x1_min + a2*x2_max, 2)
print("Перевірка по рядках:\ny1 = {0}, y2 = {1}, y3 = {2}".format(ych1, ych2,
ych3))
if abs(y1_check - ych1)/ych1 < 0.05 and abs(y2_check - ych2)/ych2 < 0.05 and
abs(y3_check - ych3)/ych3 < 0.05:
    print("Коефіцієнти натуралізованого рівняння регресії вірні")

```